

후방십자인대 대치형 인공 슬관절 전치환술의 결과 (최소 3년 추시)

양익환 · 이대영 · 최철준 · 한창동

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 후방 십자인대 대치형의 Scorpio® 인공슬관절 전치환술 후 추시 결과를 후향적으로 평가하였다.

대상 및 방법: 1999년 1월부터 2001년 6월까지 Scorpio®로 슬관절 전치환술을 시행받은 환자 58명 80예 중 3년 이상 추시가 가능하였던 51명 71예를 대상으로 하였다. 평균 추시기간은 3.6년이었으며, 전례 퇴행성 슬관절염이었고, 평균연령은 70.1세였다. 슬개골 치환술은 37예에서 시행하였다.

결과: 수술 전 평균 능동운동범위는 108° (75-144°)였으며, 수술 후 능동운동범위는 120° (90-144°)이었다. 수술 전 평균 굴곡 구축은 12° (0-30°), 수술 후 굴곡 구축은 2° (0-13°)이었다. 수술 전 평균 HSS score는 54점, 수술 후 88점이었다. 슬개골 치환술을 시행한 군과 슬개골 치환술을 시행하지 않은 군에서의 운동범위, 굴곡구축 및 임상적 결과는 차이가 없었다. 방사선 투과성선은 경골 전후면상 11%, 대퇴골에서 10%에서 관찰 되었으며, 합병증으로는 대퇴골 치환물 주위골절 1예, 수술 후 심부 감염으로 변연절제술과 배농술 시행한 1예, 비골신경 마비가 1예가 있었다. 1예에서 무감염성 해리로 인한 대퇴치환물과 경골 치환물의 이동이 관찰되어 재치환술을 시행하였다.

결론: 후방 십자인대 대치형의 Scorpio®를 이용한 인공슬관절 치환술은 3년 추시 결과, 운동범위와 기능에서 매우 양호한 결과를 보였다. 슬개골 전치환술을 시행한 군과 시행하지 않은 군간에 임상적 결과에 있어서 차이는 없었다.

색인 단어: Scorpio®, 후방 십자인대 대치형 인공슬관절 전치환술

Result of PCL Substitution Type Total Knee Arthroplasty with Scorpio® System (minimum 3-year follow up)

Ick Hwan Yang, M.D., Dae Young Lee, M.D., Chul Jun Choi, M.D., and Chang Dong Han, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical and radiologic result of total knee arthroplasty using Scorpio® total knee system retrospectively.

Materials and Methods: Between January 1999 and December 2001, 71 knees in 51 patients who had been followed up mean 3.6 years (minimum 3.0 years) after total knee arthroplasty with Scorpio® system (posterior substitution type) were evaluated retrospectively for clinical result, active range of motion, flexion contracture and radiologic result.

Results: The average active range of motion increased from 108° (75-144°) preoperatively to 120° (90-144°) at last follow up. The average flexion contracture improved from 12° (0-30°) preoperatively to 2° (0-13°) at last follow up. The average HSS knee score was measured 54 preoperatively and was measured 88 postoperatively. There was no difference in clinical result, active range of motion and flexion contracture between resurfaced patella group and nonresurfaced patella group. Radiologic evaluation revealed radiolucency rate of 11% in Tibia anteroposterior view and 10% in femur. Complications were periprosthetic fracture in one case, deep infection in one case and peroneal nerve palsy in one case. In one case, femoral and tibial component migration due to aseptic loosening was noted. Revision of tibial and femoral component was done.

Conclusion: The 3.6 years follow up results of Scorpio® system (posterior substitution type) were excel-

통신저자 : 양 익 환
서울시 강남구 도곡동 146-92
연세대학교 의과대학 정형외과학교실
TEL : 02-3497-3416 · FAX : 02-573-5393
E-mail : ihyang@yumc.yonsei.ac.kr

Address reprint requests to
Ick Hwan Yang, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei Severance Hospital,
Yongdong P.O. Box 1217, Seoul, Korea
Tel: +82.2-3497-3416, Fax: +82.2-573-5393
E-mail: ihyang@yumc.yonsei.ac.kr

*본 논문의 요지는 2004년 대한정형외과학회 추계학회에서 구연되었음.

lent in range of motion and function. There was no difference between resurfaced patella group and non-resurfaced patella group in clinical result.

Key Words: Scorpio®, Posterior substitution type total knee arthroplasty

2004년 현재 대한민국은 인구의 8.7%에 해당하는 약 4백만 명의 65세 이상의 고령인구를 가지고 있다고 추산되며 이는 2020년경에는 그 수가 지금의 두배에 가까운 전체 인구의 15%, 약 7백6십여만 명에 이를 것이라 추산된다²¹⁾. 이처럼 고령인구 증가와 평균 수명의 증가로 인공슬관절 치환술의 대상자는 급격하게 증가되고 있는 추세이다. 하지만 슬관절에 삽입된 인공물은 시간이 경과함에 따라 마모(wear), 해리(loosening), 골용해(osteolysis) 등 여러 문제를 일으켜 결국에는 재치환술이 요구되는 실패에 이르게 되는 예가 있으며 이러한 실패를 줄이기 위한 디자인의 개선은 지속적으로 이루어지고 있다. Scorpio® (Osteonics, Stryker, New Jersey, USA)는 1996년에 개발되었으며 1998년 국내에 도입되었다. Scorpio®는 고정된 폴리에틸렌 삽입물 디자인을 채택하고 있으며 후방십자인대 보존형과 대치형이 존재한다. 본 논문의 목적은 후방십자인대 대치형 Scorpio® 인공 슬관절 치환술 후 단기 추시결과(최소 3년)를 후향적으로 분석하고자 함이다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1999년 1월부터 2001년 6월까지 퇴행성 관절염으로 인공관절 전치환술을 시행한 환자로 인공삽입물로서 Scorpio® system (Osteonics, Stryker, New Jersey, USA) 중 후방십자인대 대치형을 사용한 환자만을 대상으로 하였다. 두명의 수술자에 의하여 시행된 환자로 58명 80예 중 3년 이상 추시가 가능하였던 51명 71예를 대상으로 하였다. 대상자는 5명을 제외하고 모두 여자였다. 평균 추시 기간은 3.6년(3년-4년 6개월)이었으며 평균 연령은 70.1세(58-78세)였다. 슬개골 치환술은 37예에서 시행하였다.

2. 수술 방법

슬관절의 중심에 수직방향으로 피부절개를 시행하고 슬개골 내측으로 슬관절에 접근(medial parapatella

approach)하였다. 모든 예에서 후방십자인대를 제거하고 후방십자인대 대치형 디자인을 사용하였다. 사용된 인공 삽입물은 모두 Hybrid type으로 경골 대치물은 시멘트를 사용하여 고정하였으며 대퇴 대치물은 시멘트 없이 고정하였다. 슬개골 치환술은 수술자에 따라 시행여부가 결정되었다. 술자는 두명으로 달랐으나 동일한 술식, 기구, 수술방 환경, 팀원에 이루어진 수술이라는 점에서 두군을 비교함에 있어서 신뢰성을 높일 수 있었다. 퇴행성 변화가 있는 슬개골에 대하여 슬개골 전치환술을 시행하였다. 슬개골의 정렬은 no thumb technique⁹⁾으로 점검하였다. 시술자 1은 40예 중 37예에서 슬개골 치환술을 시행했고(Fig. 1) 시술자 2는 변연부 골극 제거술과 연골 연마술 만을 31예 중 29예에서 시행했다(Fig. 2). 두 시술자 모두 Outerbridge 분류 I²⁴⁾에 해당하는 슬개골에 대하여서 조작을 가하지 않았다.

3. 임상적 및 방사선학적 평가

임상적 평가는 Hospital for Special Surgery (HSS)의 슬관절 평가지수를 사용하여 수술 전과 최종 추시 결과를 비교하였다. 슬관절의 점수는 동통, 기능, 근력, 굴곡 변형, 관절 불안정 정도, 운동 범위, 보행 보조 및 관절 변형각에 대하여 평가하여 각 항목을 합산하여, 전체 점수가 85점 이상을 우수, 70에서 84점을 양호, 60점에서 69점을 보통, 59점 이하를 불량으로 평가하였다. 수술 전과 수술 후 그리고 주기적 추시 관찰 때마다 슬관절의 점수를 기록하였다. 방사선학적 평가는 미국 슬관절 학회의 방사선학적 평가법¹⁰⁾을 사용하여 수술 후 해리를 분석하였다. 인공물 삽입 후 경골을 전후면 사진상 7개의 구역으로 나누었고 대퇴골 측면 사진상 7개의 구역으로 나누었다. 각 구역의 방사선 투과대를 0.5 mm 단위로 측정하였고 이를 합산하여 점수와 하였다. 4점 또는 이하이면 진행성이 아니며 의미없는 것으로 보았으며 5점에서 9점 사이면 진행할 수 있는 병변으로 간주하였으며 10점 또는 그 이상이면 증상이 없을지라도 실패의 가능성이 많은 것으로 판정하였다.



Fig. 1. The radiographs showed the Scorpio PS system with patella re-surfaced.



Fig. 2. The radiographs showed the Scorpio PS system with patella non-resurfaced.

4. 통계학적 분석

후방십자인대 치형 인공슬관절 치환술의 임상 결과, 운동범위와 방사선 투과성을 평가하기 위한 모집단으로는 3년 추시가 가능하였던 두 시술자가 시술한 71명의 환자를 대상으로 하였고 이 군을 A군이라 하였다. 시술자 1이 시술한 환자 중 슬개골에 조작을 가하지 않은 3명의 환자를 제외한 37명의 슬개골전치환술을 시행한 군을 B군이라 하였으며 시술자 2가 시술한 31명의 환자 중 슬개골에 조작을 가하지 않은 2명의 환자를 제외한 29명의 변연부 골극 제거술과 연골성형술을 시행한 환자군을 C군이라 하였다.

슬개골 전치환술을 시행한 군(B군)과 변연부 골극 제거술과 연골성형술을 시행한 군(C군)의 운동범위, 골극 구축 그리고 기능점수들의 변화율을 분석하였다. 변화율은(수술 후 값-수술 전 값)/수술 전 값이라 정의하였다. 위의 세 가지 척도에 대한 변화율을 paired t-test를 이용하여 평가하였으며 $p\text{-value} < 0.05$ 이면 통계학적으로 두 군간에 의미 있는 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 임상적 결과

수술 전 평균 굴곡구축은 평균 12° ($0-30^\circ$)였으며 최종 추시상 2° ($0-13^\circ$)로 관찰되었다. 수술 전 평균 운동범위는 108° ($75-144^\circ$)로 측정되었으며 최종 추시상 120° ($90-144^\circ$)로 측정 되었다(Table 1-1).

Table 1-1. Flexion contracture and range of motion

	Preop (A)	Final F/U (A)
Flexion contracture	12° ($0-30^\circ$)	2° ($0-13^\circ$)
Range of motion	108° ($75-135^\circ$)	120° ($90-144^\circ$)

Table 1-2. Active range of motion and flexion contrature in group B and C

	Preop (B)	Final F/U (B)	Preop (C)	Final F/U (C)
Flexion contracture	11° ($0-30^\circ$)	2° ($0-13^\circ$)	13° ($0-25^\circ$)	2° ($0-5^\circ$)
Range of motion	107° ($75-144^\circ$)	118° ($90-144^\circ$)	109° ($80-144^\circ$)	121° ($95-144^\circ$)

전체 환자의 HSS의 슬관절 평가지수는 수술 전 평균 54점에서 수술 후 평균 88점으로 향상되었다. 수술 전에는 양호나 우수에 해당하는 슬관절 평가지수를 가진 환자는 없었었고 30명의 보통, 41명의 불량인 환자를 대상으로 수술을 진행하였다. 수술 후 65명의 환자가 우수에 해당하였고 4예는 양호, 2예는 보통의 결과를 나타내었다(Table 2).

2. 방사선학적 결과

방사선학적 해리분석은 경골 전후면상 1영역에서 5예, 경골 4영역에서 4예 관찰되었으며 경골 2영역에서는 3예 경골 3영역에서 2예 경골 5, 6, 7영역에서 1예, 대퇴골 1영역에서 5예에서 관찰되었다. 대퇴골 4영역에서 3예 대퇴골 2, 3영역에서 2예 대퇴골 5, 6, 7영역에서 1예 관찰되었다. 방과성선이 나타나는 빈도는 대퇴골은

Table 2. Functional results in group A, B and C

	Preop (A)	Final F/U (A)	Preop (B)	Final F/U (B)	Preop (C)	Final F/U (C)
Excellent (≥ 85)	0	65	0	34	0	26
Good (84-70)	0	4	0	2	0	2
Fair (69-60)	30	2	15	1	11	1
Poor (≤ 59)	41	0	22	0	18	0
Average (score)	54	88	52	88	53	87



Fig. 3. 67-year-old female patient with degenerative arthritis had total knee arthroplasty. (A) On POD 8 month, she slipped down. The radiographs showed periprosthetic fracture of distal femur. (B) Open reduction and internal fixation with thin narrow plate and wiring was done. The radiographs showed bone union on POD 3 years and 2 months. The patient had good functional score on last follow up.

11% 경골 전후면상에서 12% 측면상에서 5%로 나타났다(Table 3). Medial metal block을 삽입한 1예에서 전구역에 걸친 방사선 투과성 선이 관찰되었고 치환물의 이동이 관찰되었다.

3. 슬관절 치환 유무에 따른 두 군의 비교

슬개골 치환술 시행한 군 37명에서 수술 전 평균굴곡구축은 11° ($0-30^\circ$)였으며 수술 후 굴곡구축은 2° ($0-13^\circ$)로 측정되었다. 같은 군에서 수술 전 평균운동범위는 102° ($75-144^\circ$)였으며 수술 후 평균운동범위는 118° ($90-140^\circ$)로 측정되었다. 변연부 골극 절제술과 연골성형술만을 시행한 군 29명에서 수술 전 평균 굴곡구축은 13° ($0-25^\circ$)였으며 수술 후 평균 굴곡구축은 2° ($0-5^\circ$)로 측정되었으며 같은 군에서 수술 전 평균 운동범위는 109° ($80-144^\circ$)였으며 수술 후 평균 운동 범위는 121° ($95-144^\circ$)로 측정되었다(Table 1-2). 굴곡구축을 t-test로 비교하였을 때 p-value 0.88로 유의 있는 차이는 없었으며 운동범위 역시 p-value 0.81로 두군간에

Table 3. Distribution and incidence of radiolucent line in femoral and tibial component

	Zone (No. case)							Incidence (%)	Score (mean)
	1	2	3	4	5	6	7		
Femur lateral	5	2	2	3	1	1	1	11	0.23 (0-5)
Tibia AP	5	3	2	4	1	1	1	12	0.25 (0-6)
Lateral	4	1	1	-	-	-	-	5	0.14 (0-6)



Fig. 4-1. 59-year-old female with degenerative arthritis had total knee arthroplasty with Scorpio PS system with medial metal block (A) On POD 2 years and 8 months, the radiographs showed aseptic loosening of tibial component and migration of tibial component. (B) The radiographs showed revision arthroplasty of tibial component.

의의있는 차이는 없었다.

슬관절 평가지수로 두군의 임상결과를 비교하였다. 슬개골 치환군에서는 수술 전 15예가 보통, 22예가 불량에 해당하는 슬관절 평가지수를 보였으나 수술 후에는 34예가 우수, 2예가 양호, 1예가 보통에 해당하는 슬관절 평가지수를 가졌다. 변연부 골극 절제술과 연골성형술을 시행한 군에서는 수술 전 11예가 보통, 18예가 불량에 해당하는 슬관절 평가지수 보였으나 수술 후에는 26예가 우수, 2예가 양호, 1예가 보통의 슬관절 평가지수를 보였다. 수술 전 슬개골 치환형군에서 수술 전 평균 52점에서 수술 후 평균 88점으로 호전 되었으며 변연부 골극 절제술과 연골성형술을 시행한 군에서 53점에서 87점으로 호전 되었다(Table 2). 두 군의 수술 전의 변화율을 비교 했을 때 p-value 0.28로 두 군간의 통계학적으로 유의있는 차이는 없었다.

4. 합병증

1예에서 수술 후 비골신경마비가 관찰되었으며 1년 경

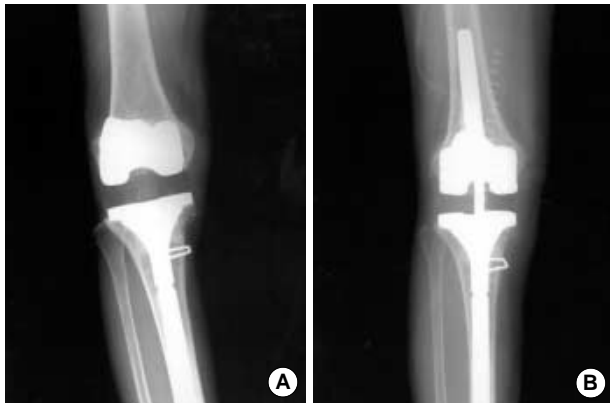


Fig. 4-2. (A) On POD 4 years and 4 months, the radiographs showed aseptic loosening of femoral component and migration of femoral component. (B) The radiographs showed revision arthroplasty of femoral component.

과 관찰상 완전 회복 소견을 보였다. 1예에서 삽입물주위 골절이 나타났고(Fig. 3) 내고정술을 시행한 후 3년 2개월 추시상 기능점수는 양호한 소견 보였다. 1예 심부 연부조직 감염 소견있어 배농술 및 변연 절제술 시행하였고 그 후 재발 소견 없었다. 1예에서 수술 후 2년 8개월에 경골에 무감염성해리 소견 보이며 내반술 진행하여 경골 대체물의 재치환술을 시행하였으며(Fig. 4-1) 수술 후 4년 4개월에 대퇴골에 무감염성해리 소견을 보이며 대퇴치환물의 이동 소견과 함께 내반술 진행하는 소견 보여 대퇴골부 재치환술 시행하였다(Fig. 4-2).

고 찰

Scorpio® 후방십자인대 대체형의 대퇴부는 이상적 굴곡축(optimal flexion axis)이 대퇴후과의 중심에 있으며 이는 상과부축(epicondylar axis)과 매우 가깝다는 슬관절 운동학(kinematics)^{6,35)}에 의거하여 시상면상에서 원위축과 후방축이 하나의 지름을 가지고 굴곡축은 상과부축으로 설정하여 설계되어있다. 이를 통해 신전시 굴곡축이 보다 후방에 위치함에 따라 즉 지렛대가 길어짐에 따라 증가된 회전 능력을 가질 것으로 기대된다. 그리고 하나의 지름을 가짐으로서 굴곡 신전시 보다 일정한 측부인대 등척성을 나타낼 것을 유추해 볼 수 있다. 그리고 이는 슬관절 운동시 관절의 안정성 향상에 기여할 것이라 유추해 볼 수 있다. 또 Scorpio®의 전 세대 디자인에서부터 적용되었던 요소로 관상면상에서 내과 및 외과는 동심원상에 위치하게 하여 구속(constraint)

없이 적합성(conformity)을 높임과 대퇴골과 경골의 접촉면을 넓게하여 보다 용이한 균형을 꾀하였다.

슬관절 치환술 평가시 골과 대체물 사이의 방사선 투과성선을 측정하였다. 그 결과 1예를 제외하고는 전 영역에서 2 mm 이상, 즉 4점 이상의 방사선 투과성선은 관찰되지 않았다. 대퇴골 시상면에서 11%에서 경골에서는 전후면상에서 12% 그리고 시상면상에서 5%로 방사선 투과성선이 관찰되었다. 투과성이 생긴 구역은 경골에서는 경골부 영역 1, 4에서 가장 많은 빈도로 발생한 것으로 관찰되었으며 Hybrid 고정을 시행하였으나 대퇴골에서의 방사선 투과성이 경골에서보다 적은 빈도로 나타났다. 하지만 이 연구의 추시기간이 짧고 경과관찰 동안 미세한선의 두께를 똑같은 각으로 촬영하여 연속적으로 관찰하기가 어렵다는 현실적인 어려움을 고려해 볼 때 보다 장기적인 추시가 필요하다 할 수 있다.

슬개골 전치환술의 시행은 현재까지 논의의 대상이다. Kawakubo 등²⁰⁾은 류마치스성 관절염이 있는 환자에서 슬개골은 점차 편평해지며 이는 슬개골 주위의 동통을 동반함을 보고 하였다. 현재 염증성 관절염에 있어서 슬개골 치환술은 필요하다는 견해가 다수이지만¹⁵⁾ 슬개골 부정위(maltracking)가 슬개골 치환술의 적응증이 되는지에 대한 연구가 진행 중이다. Shih 등³⁰⁾은 수술 전 슬개골이 부정위에 있는 경우 41예 중 40예에서 평균 8.5년 추시상 슬개-대퇴 관절상 퇴행성 변화와 외측 전위가 관찰되었음을 보고 하였고 이를 토대로 슬개골 부정위가 슬개골 전치환술의 적응증이 될 수 있다고 주장하였다. 하지만 이 연구에서도 방사선학적 소견이 슬관절 평가지수와는 연관성이 없었다. 다른 연구자들에 의해서도 슬개골 치환술 여부와 임상적 결과사이에는 유의할 만한 차이가 없었음이 보고된 바 있다^{2,19)}. 본 연구에서도 슬개골 치환술을 시행한 군과 그렇지 않은 군 간의 임상적으로나 방사선학적으로 유의할 만한 차이가 관찰되지 않았다. 그리고 비록 높은 비율은 아니나 슬개골 치환술은 골절^{12,33)}, 슬개-대퇴 관절 불안정성¹³⁾, 신전 기전 파열^{8,26)}, 슬개골 인공삽입물의 파단^{23,28)}, 슬개-대퇴관절 동통⁵⁾ 등의 합병증을 가질 수 있다. 본 연구에서 사용된 Scorpio디자인은 슬관절 굴곡 신전시 등척성을 가진다. 이런 등척성이 슬개대퇴관절의 생역학에 어떤 영향을 줄 것인지에 대해서는 추가적인 연구 필요할 것이라 사료된다.

보다 많은 적합성을 가지며 보다 적은 구속력을 가진 mobile bearing과 고정된 폴리에틸렌 삽입물 중 현재로는 어떤 것의 사용이 우월한 결과를 가져올지 예측하기 어렵다. Bearing의 탈구가 나타날 수 있으며^{4,14,29)} mobile bearing이 생체 내에서 정상슬관절과 같은 양상으로 움직이지 않으며³²⁾, 중장기 추시결과^{3,17,18)}가 고정된 폴리에틸렌 삽입물의 장기추시결과^{11,16,22,25,27)} 보다 우수하지 않다. 두 가지 디자인 모두 개선을 계속 해오고 있으며 mobile bearing의 경우 98년부터 anterior/posterior glide (APG) bearing을 도입되어 추시 중이다. 즉 현재까지도 어떤 디자인이 더 좋은 임상결과를 가져 올지는 추시 관찰 중이라 할 수 있다. 그리고 보존된 후방 십자인대와 치환된 캠, 포스트 기전 중 어떤 것이 우수한지에 대해선 여러 연구^{1,7,31,32,34)}가 있으나 현재로는 어떤 것이 우월하다고 결론 내릴 수 없는 상황이며 본 연구에서는 후방십자인대 대체형 디자인을 사용하였다.

결 론

Scorpio[®] system을 이용한 후방십자인대 대체형 인공 슬관절 전치환술의 최소 3년 평균 3.6년 추시 가능한 51명 71예 분석한 결과 골극구축 고정, 운동범위 및 임상 증상의 호전이 있었다. 그리고 슬개골 치환술은 시행한 군과 시행하지 않은 군 사이에 임상결과상 유의한 차이가 없었다.

참고문헌

1. Andriacchi TP, Galante JO and Fermier RW: Influence of total knee replacement design on walking and stair climbing. *J Bone Joint Surg*, 64-A: 1328-1335, 1982.
2. Barrack RL, Bertot AJ, Wolfe MW, Waldman DA, Milicic M and Myers L: Patella resurfacing in the total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 83-A: 1376-1381, 2001.
3. Bert JM: Dislocation/subluxation of meniscal bearing elements after New Jersey Low-contact stress total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 254: 211-215, 1990.
4. Buchel FF, Pappas MJ and D'Alessio J: Twenty-year evaluation of meniscal bearing and rotating platform knee replacement. *Clin Orthop*, 388: 41-50, 2001.
5. Cameron HU and Fedorkow DM: The patella tilt in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 165: 197-199, 1982.
6. Churchill DL, Incavo SJ, Johnson CC and Beynon BD: The transepicondylar axis approximates the optimal flexion axis of the knee. *Clin Orthop*, 356: 111-118, 1998.
7. Denis DA, Komistek RD, Hoff WA and Gabriel SM: In vivo knee kinematics derived using an inverse prospective technique. *Clin Orthop*, 331: 107-117, 1996.
8. Emerson RH Jr, Head WC and Malinin TI: Reconstruction of patellar tendon rupture after total knee arthroplasty with an extensor mechanism allograft. *Clin Orthop*, 260: 154-161, 1990.
9. Ewald FC: Leg lift technique for simultaneous femoral, tibial and patella prosthetic cementing, rule of no thumb for patella tracking and steel rod rule for ligament tension. *Tech Orthop*, 6: 44-46, 1991.
10. Ewald FC: The knee society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop*, 248: 9-12, 1989.
11. Gill GS, Joshi AB and Mills DM: Total condylar knee arthroplasty: 16- to 21-years results. *Clin Orthop*, 367: 210-215, 1999.
12. Goldberg VM, Figgie HE III, Inglis AE, et al: Patellar fracture type and prognosis in condylar total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 236: 115-122, 1988.
13. Grace JN and Rand JA: Patellar instability after total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 237: 184-189, 1988.
14. Huang CH, Lee YM, Su RY, et al: Clinical results of the New Jersey Low Contact Stress knee arthroplasty with 2 to 5 years follow-up. *J Orthop ROC*, 8: 295-303, 1991.
15. Insall JN and Scott WN: *The surgery of knee*, Churchill Livingstone 3rd ed. 2: 1739-1749, 2001.
16. Huang CH, Su RY, Lai JH and Ho FY: Long term results of the total condylar knee arthroplasty in Taiwan: A 10 to 15 year follow-up. *J Orthop ROC*, 13: 1-10, 1996.
17. Huang CH, Ma HM, Lee YM and Ho FY: Long-term results of Low Contact Stress mobile-bearing total knee replacements. *Clin Orthop*, 416: 265-270, 2003.
18. Jordan LR, Olivo JL and Voorhorst PE: Survivorship analysis of cementless meniscal bearing total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 338: 119-123, 1997.
19. Jung YB, Jang EC, Yum JK and Lee JW: Comparison of patellar retention versus resurfacing in total knee arthroplasty; preliminary report. *J Korean Orthop Assoc*, 32: 1475-1483, 1997.
20. Kawakubo M, Matsumoto H, Otani T and Fujikawa K:

- Radiographic changes in the patella after total knee arthroplasty. Comparison of osteoarthritis and rheumatoid arthritis. Bull Hosp Joint Dis*, 56: 237-44, 1997.
21. **Korea National Statistical Office**: <http://kosis.nso.go.kr>
22. **Laskin RS**: *The Genesis total knee prosthesis: A 10-year follow-up study. Clin Orthop*, 388: 95-102, 2001.
23. **Lombardi AV Jr, Engh GA, Voltz RG, Albrigo JL, Virginia A and Brainard BJ**: *Fracture/dissociation of the polyethylene in metal-backed patellar components in total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg*, 70-A: 675-679, 1988.
24. **Outerbridge RE**: *The etiology of chondromalacia patellae. J Bone Joint Surg*, 43-B: 752, 1961.
25. **Pavone V, Boettner F, Ficker S and Sculco TP**: *Total condylar knee arthroplasty: A long term follow-up. Clin Orthop*, 388: 18-25, 2001.
26. **Rand JA, Morrey RF and Bryan RS**: *Patellar tendon rupture after total knee arthroplasty. Clin Orthop*, 244: 233-238, 1989.
27. **Ritter M, Berend ME, Meding JB, et al**: *Long term followup of Anatomic Graduated Components posterior cruciate-retaining total knee replacement. Clin Orthop*, 388: 51-57, 2001.
28. **Rosenberg AG, Andriacchi TP, Barden R and Galante JO**: *Patellar component failure in cementless total knee arthroplasty. Clin Orthop*, 236: 106-114, 1988.
29. **Sanchez-Sotelo J, Ordonez JM and Prats SB**: *Results and complications of the Low Contact Stress knee prosthesis. J Arthroplasty*, 14: 815-821, 1999.
30. **Shih HN, Shih LY, Wong YC and Robert WW**: *Long-term changes of the nonresurfaced patella after total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg*, 86-A: 935-939, 2004.
31. **Simmon S, Lephart S, Rubash H, Pifer GW and Barrack R**: *Proprioception after unicondylar knee arthroplasty versus total knee arthroplasty. Clin Orthop*, 331: 179-184, 1996.
32. **Stiehl JB, Komistek RD, Denis DA, Paxson RD and Hoff WA**: *Fluoroscopic analysis of kinematics after posterior-cruciate-retaining knee arthroplasty. J Bone Joint Surg*, 77-B: 884-889, 1995.
33. **Tria AJ, Harwood DA, Alicea JA and Cody RP**: *Patellar fractures in posterior's tabilized knee arthroplasties. Clin Orthop*, 299: 131-138, 1994.
34. **Warren PJ, Olanlokun TK, Cobb AG and Bentley G**: *Proprioception after total knee arthroplasty: The influence of prosthetic design. Clin Orthop*, 297: 182-187, 1993.
35. **Yoshioka Y, Siu D and Cooke DV**: *The anatomy and functional axes of the femur. J Bone Joint Surg*, 69-A: 873-880, 1987.